

Télésiège du Glacier de l'Alpe d'Huez (Isère)"

DOCUMENTS REPONSES CORRIGES

➔ IMPORTANT

- Répondre de préférence sur les feuilles réponses, un complément pourra être apporté sur une feuille de copie en précisant bien le numéro de la question traitée,
- Rendre toutes les feuilles réponses agrafées dans l'ordre.

QA - Etude de la motorisation du télésiège : (18 points) 3 h 30 min

QB - Freinage d'arrêt : (4 points) 0 h 30 min

QC - Alimentation en énergie : (10 points) 2 h

QD - Etude de la logique de frein : (8 points) 2 h

Note globale : / 40 points

Partie A: Etude de la motorisation du télésiège

QA-11:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$N_s = L/l$	$L = 1946 \text{ m}$ $l = 20,7 \text{ m}$	$N_s = 1946/20,7 = 94 \text{ sièges}$ Soit 47 montants

QA-12:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$T_m = L/(2 \cdot V_1)$	$L = 1946 \text{ m}$ $V_1 = 2,3 \text{ m/s}$	$T_m = 1946/(2 \cdot 2,3) = 423 \text{ secondes}$ Soit 7 mn et 3 s

QA-13:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$M_{\text{mon}} = N_s (M_n + 4 \cdot M_p)/2$ $M_{\text{desc}} = N_s (M_n)/2$ $(M_{\text{mont}} - M_{\text{desc}}) = 4 \cdot M_p \cdot N_s/2$ $W = (M_{\text{mont}} - M_{\text{desc}})g(H_a - H_d)$	$N_s = 94$ $M_n = 160 \text{ kg}$ $M_p = 80 \text{ kg}$ $H_a = 3300 \text{ m}$ $H_d = 2932 \text{ m}$ $G = 9,81 \text{ m/s}^2$	$W = 47 \cdot 4 \cdot 80 \cdot 9,81 \cdot (3300 - 2932) = 54\,295\,603$ $W = \mathbf{54,3 \text{ MJ}}$

QA-14:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$P = W/T_m$	$W = 54,3 \text{ MJ}$ $T_m = 423 \text{ secondes}$	$P = 52,3 \cdot 10^6 / 423 = 128\,358$ $P = \mathbf{128 \text{ kW}}$

QA-21:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$V_1 = \pi D_p N_{\text{mot therm}} / 60 \text{ k k'}$	$V_1 = 1,1 \text{ m/s}$ $D_p = 4 \text{ m}$ $k = 114,5$ $k' = 3,37$	$N_{\text{mot therm}} = 60 \cdot 1,1 \cdot 114,5 \cdot 3,37 / (4\pi)$ $N_{\text{mot therm}} = \mathbf{2027 \text{ tr/mn}}$

QA-22:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$V_2 = \pi D_p N_{\text{mot élec}} / 60 \text{ k}$	$D_p = 4 \text{ m}$ $k = 114,5$ $k' = 3,37$ $V_2 = 2,3 \text{ m}$	$N_{\text{mot élec}} = 60 * 2,3 * 114,5 / (4\pi)$ $N_{\text{mot élec}} = \mathbf{1258 \text{ tr/mn}}$

QA-23:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$C_p = T * D_p / 2 - t * D_p / 2$ $C_p = (T - t) * D_p / 2$	$T = 88 \text{ kN}$ $T = 25 \text{ kN}$ $D_p = 4$	$C_p = (8800 - 25000) * 4 / 2 = 126 \text{ kNm}$ $C_p = \mathbf{126 \text{ kNm}}$

QA-24:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$C_{p/\text{axe mot élec}} = C_p / (k * \eta_R)$	$C_p = 126 \text{ kNm}$ $K = 114,5$ $\eta_R = 0,96$	$C_{p/\text{axe mot élec}} = 126000 / (114,5 * 0,96)$ $C_{p/\text{axe mot élec}} = 1146 \text{ Nm}$ $C_{p/\text{axe mot élec}} = \mathbf{1,15 \text{ kNm}}$

QA-25:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$M = 0,5 * N_s * (M_n + M_p * 4) + M_C * L / 2$	$N_s = 94$ $M_n = 160 \text{ kg}$ $M_p = 80 \text{ kg}$ $M_C = 5,74 \text{ kg/m}$ $L = 1946 \text{ m}$	$M = 0,5 * 94 * (160 + 80 * 4) + 5,74 * 1946 / 2$ $M = \mathbf{28 \ 145 \text{ kg}}$

QA-26:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$M' = 0,5 * N_s * M_n + M_C * L / 2$	$N_s = 94$ $M_n = 160 \text{ kg}$ $M_C = 5,74 \text{ kg/m}$ $L = 1946 \text{ m}$	$M' = 0,5 * 94 * 160 + 5,74 * 1946 / 2$ $M' = \mathbf{13 \ 105 \text{ kg}}$

QA-27:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$Jd\Omega/dt = C_{dem} - C_p$ $J = J_m + J_{eq} + J_{M\&M'}$ $0,5 J_{M\&M'} \Omega^2 = 0,5 (M+M')v^2 / \eta$ $v = \Omega_{MOT} * R/k$ $d\Omega/dt = a * k / R$	$M = 28\ 145\ kg$ $M' = 13\ 105\ kg$ $a = 0.5\ m/s^2$ $R = 2\ m$ $k = 114.5$ $\eta = 0.96$	$J_{M\&M'} = ((28145+13105)*2^2/(114,5^2))$ $J_{M\&M'} = 12,6\ kgm^2$ $C_{dem} = (12,6+15+8.2)*0,5*114,5/2+1146$ $C_{dem} = \mathbf{2171\ Nm}$ Remarque : Le corrigé officiel tenait compte du rendement, ce qui est faux !!

QA-28:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$t = V_2/a$	$V_2 = 2,3\ m/s$ $A = 0.5\ m/s^2$	$t = 2,3/0,5$ $t = \mathbf{4,6\ s}$

QA-31: Couple équivalent thermique C_{et}

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$C_{et} = \sqrt{\frac{C_{dem}^2 * t_d + C_m^2 * (T - t_d)}{T}}$	$C_{dem} = 2100\ Nm$ $t_d = 8\ s$ $C_m = 1050\ Nm$ $T = 3600/10$	$C_{et} = \sqrt{\frac{2100^2 * 8 + 1050^2 * 352}{360}}$ $C_{et} = \mathbf{1084\ Nm}$

QA-32: Critères de choix et référence du moteur

Relations utilisées	Données	Applications numériques
Gammes fontes (Coût) C_n C_{DD} N_n	$C_n = 1084\ Nm$ $C_{DD} = 2100\ Nm$ $N_n = 1300\ tr/mn$	M2BA315MLA

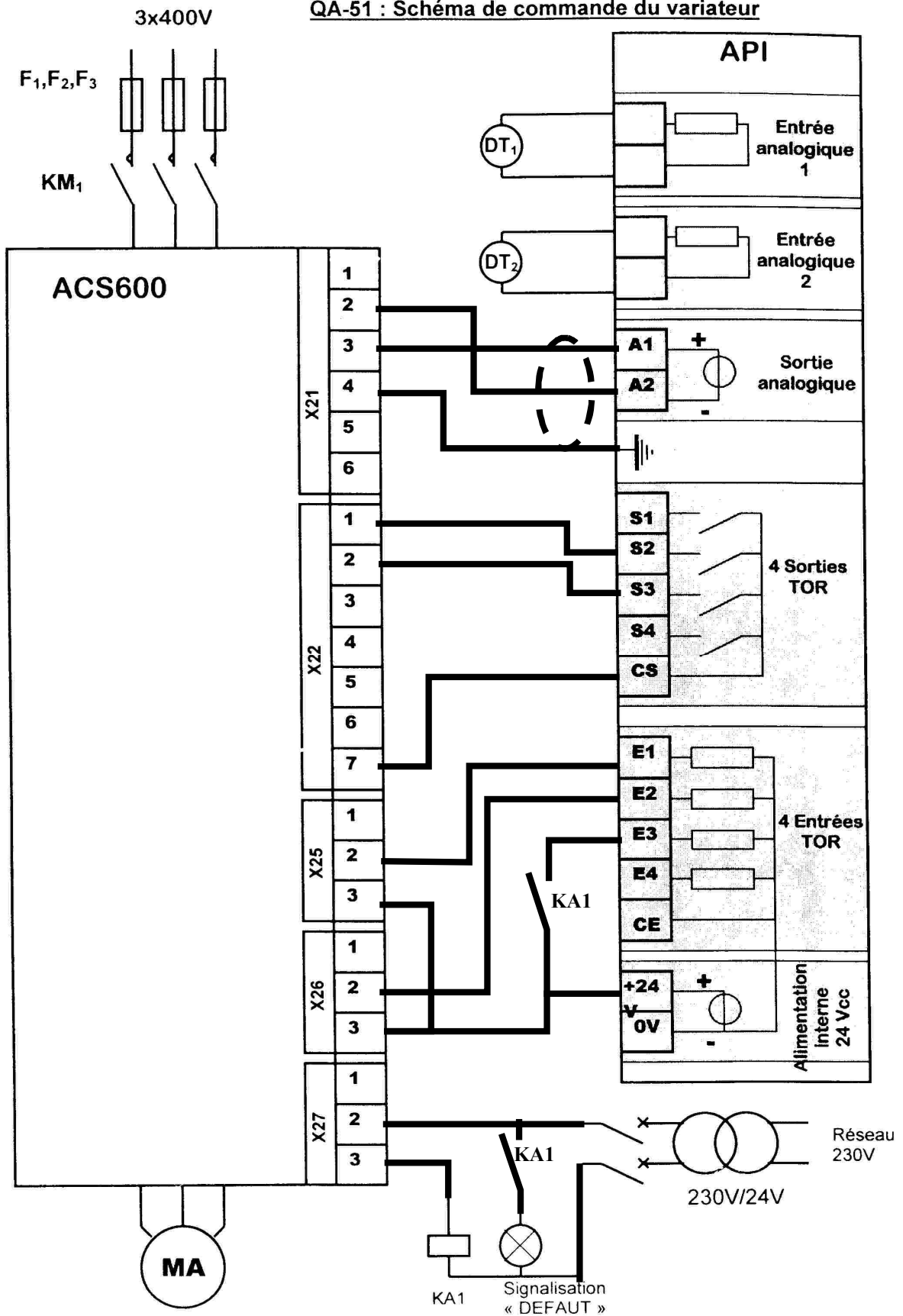
QA-41: Critères de choix et référence du variateur (sans l'altitude)

Relations utilisées	Données	Applications numériques
Courant Tension réseau	545 A 400V	ACS 607-0400-3

QA-42: Choix et référence du moteur en tenant compte de l'altitude

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$I_{MAX} = I_{n\ 40^\circ} \cdot (100\% - 1\% \cdot (H_a - 1000\%)/100)$	$I_{n\ 40^\circ} = 600$ $H_a = 3300\text{ m}$	$I_{MAX} = 600 \cdot (100\% - 1\% \cdot (3300 - 1000)/100)$ $I_{MAX} = 462\text{ A}$
Référence du variateur	Validation de la nouvelle référence	
Il faut changer de variateur $I_{n\ 40^\circ} = I_{MAX} / (100\% - 1\% \cdot (H_a - 1000)/100)$	$I_{n\ 40^\circ} = 545 / (100\% - 1\% \cdot (3300 - 1000)/100)$ $I_{n\ 40^\circ} = 707\text{ A}$ ACS 607-0490-3 avec $I_{MAX} = 578\text{ A}$	

QA-51 : Schéma de commande du variateur



Partie B : Freinage d'arrêt

QB-1:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$C_F = 2 \cdot F_T \cdot D_F / 2$	$C_F = 2500 \text{ N}$ $D_F = 0,69 \text{ m}$	$F_T = 2500 \cdot 2 / (0,69 \cdot 2)$ $F_T = \mathbf{3623 \text{ N}}$

QB-2:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$F_N = F_T / F_O$	$F_O = 0,3$ $F_T = 3623 \text{ N}$	$F_N = 3623 / 0,3$ $F_O = \mathbf{12\,077 \text{ N}}$

QB-3:

Relations utilisées	Données	Applications numériques
$F_R = F_N \cdot D_{AB} / D_{\text{Arondelles}}$	$D_{\text{Arondelles}} = 0,19 \text{ m}$ $D_{AB} = 0,13 \text{ m}$ $F_N = 1200 \text{ daN}$	$F_R = 12\,000 \cdot 0,19 / 0,13$ $F_R = \mathbf{8211 \text{ N}}$

QB-4:

Il faut un effort que peut fournir une rondelle avec un déplacement plus important que celui d'une rondelle. Il faut donc additionner des écrasements et pas les efforts soit un montage en opposition.

QB-5:

$$P_{\max} = F \cdot 0.75 / 0.5 = 8500 \cdot 0.75 / 0.5 = 12750 \text{ N}$$

Les seules rondelles capable de fournir cette effort sont les **40,5 x 70 x 4**.

Leur écrasement est alors de $0.5 \cdot H$ soit **0,8mm**

Les 12 rondelles s'écrasent au total de $12 \cdot 0.8$ soit **9,6mm**.

Partie C : Alimentation en énergie

QC-11: Bilan de puissance

$P_{abs\ mot} = P_{mot} / \eta_{mot} = 280 / 0.967 = 290\ kW$ $P_{abs\ Var} = P_{abs\ mot} / \eta_{var} = 290 / .98 = 295\ kW$ $S_{var} = P_{abs\ Var} / 0.93 = 318\ kVA$ $Q_{var} = P_{abs\ Var} * \tan \varphi = 295 * 0.395 = 117\ kVAr$ $P_{AUX} = S_{AUX} / \cos \varphi = 20 * 0.8 = 16\ kW$ $Q_{AUX} = S_{aux} * \sin \varphi = 20 * 0.6 = 12\ kVAr$ $I\ ligne = S / (\sqrt{3}U) = 337000 / (1.732 * 400) =$		
P = 311 kW Q = 129 kVAr	S = 337 kVA	I ligne = 486 A

QC-12: Harmoniques de courant

Un PD 3 ne présente pas d'harmonique paires et multiple de 3. Donc les seules harmoniques présentes sont 5 et 7.

QC-21: Courant fictif I'_Z

Lettre de sélection et justification	Facteurs de correction et justification	Courant fictif I' _Z
Câbles enterrés => D 1 circuit => Jointif 1 couche => Terrain humide => Sol à 10°C => Neutre non chargé => Pas symétrie =>	K₄ = 1 K₅ = 1 K₆ = 1,13 K₇ = 1,07 K_n = 1 K_s = 0,8	$K = 1 * 1 * 1 * 1,13 * 1,07 * 1 * ,08 =$ $K = \mathbf{0.967}$ $I'_Z = I_Z / K = 450 / 0.967 =$ $I'_Z = \mathbf{465A}$

QC-22: Nombre et section des conducteurs

	Conducteurs de phase	Conducteurs de neutre	Conducteurs de protection
Nombre	2	1	1
Section	120mm²	120mm²	120mm²
Justification éventuelle	La section nécessaire est de 240mm ² Il ne faut pas dépassé 150mm ² . On utilise donc 2 câbles	Le neutre étant faiblement chargé on peut réduire sa section, qui doit resté supérieur à 16 mm ² Pour réduire les coûts il est judicieux de prendre la même section que la phase.	Le conducteur de protection doit avoir au moins la même section que le neutre.

QC-31: Rôle joué par le disjoncteur de source DJS

Le Disjoncteur DJS Protège contre le surcharges et les courts-circuits, et assure la protection des personnes sur défaut d'isolement.

QC-32: Calcul du courant de court-circuit

$$I_{CC} = I_n / X'_d = S_n / (\sqrt{3} * U * X'_d) = 410\,000 / (1.732 * 400 * 0.3)$$

$$I_{CC} = \mathbf{1972\,A}$$

QC-33: Choix du disjoncteur et réglages

$I_n = S_n / (\sqrt{3} * U) = 410\,000 / (1.732 * 400) = 591\text{ A} \Rightarrow$ Disjoncteur **NS630**
 Pouvoir de coupure en 400V $\geq 1972\text{A}$ soit 45kA $\Rightarrow$ NS630N

Protection différentielle $\Rightarrow$ **STR23SE**
 Réglage $I_r = I_Z / I_n = 450 / 630 = 0,71$

$I_{MAX} * K = 1972 * 0.15 = 296\text{A}$

Réglage I_m / I_r à $I_m = 1972 - 296 = 1676\text{ A}$

$I_m / I_r = 1676 / 450 = 3,7$

QC-34: Protection des personnes

Cause de la limitation de la longueur des câbles :

La résistance de la ligne limite le courant de CC. Or un défaut d'isolement provoque un CC. Si la longueur est trop importante, ce courant de CC sera insuffisant pour faire sauter le disjoncteur.

Vérification :

$L_{max} = 0,8 * V * S_{ph} / (r * (1+m) * I_{mag}) = 0.8 * 400 * 240 / (22.5 * 10^{-3} * (1+2) * 1676)$

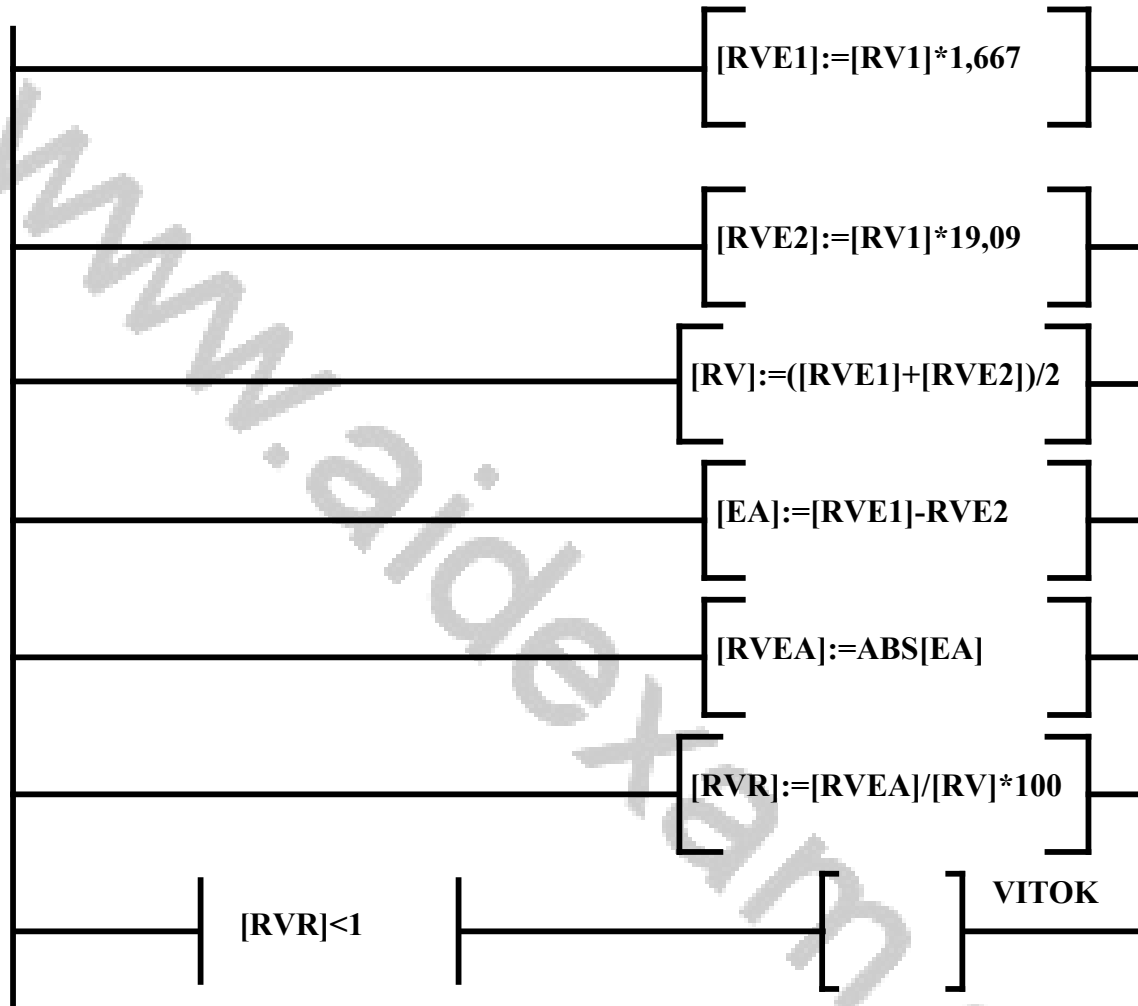
$L_{max} = 678\text{m}$

Recommandations en circuits terminaux

Il faut placer sur les circuits terminaux un **DDR** (disjoncteur différentiel résiduel)

Partie D : Etude de la logique de frein

QD-1: Elaboration du signal VITOK



OD-2: Etude de la gestion des freins

